

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 2 4 日
Date of Application:

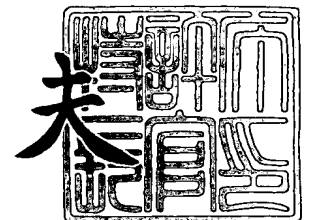
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 7 2 0 3 4
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 7 2 0 3 4]

出 願 人 日 亜 化 学 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 3 0 5 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 12002143K2

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01L 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0 日亜化学工業
株式会社内

【氏名】 坂本 貴彦

【発明者】

【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0 日亜化学工業
株式会社内

【氏名】 楠瀬 健

【特許出願人】

【識別番号】 000226057

【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社

【代表者】 小川 英治

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-291131

【出願日】 平成14年10月 3日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-324020

【出願日】 平成14年11月 7日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010526

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光ダイオード

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも n 側電極が配置された n 型窒化物半導体層（4）と p 側電極が配置された p 型窒化物半導体層（8）を備えると共に、前記 n 側電極と前記 p 側電極が同一面側に配置されており、前記 p 側電極が、前記 p 型窒化物半導体層に設けられ且つ供給された電流を拡散する p 側電流拡散部（10a）と、前記 p 側電流拡散部の少なくとも一部に設けられ且つ前記 p 側電流拡散部に電流を供給する p 側パッド部（10b）とから構成され、電極配置面側からみて所定の方向に長い長手形状である発光ダイオードにおいて、

前記発光ダイオードは、電極配置面側から見て、

前記 n 側電極が、導電性部材が接続されるべき n 側接続部（9-1）と、前記 n 側接続部の所定の一部から長手方向に延伸した n 側延伸部（9-2）とから構成されると共に、前記 p 側パッド部が、導電性部材が接続されるべき p 側接続部（10b-1）から少なくとも構成され、さらに

長手方向における一端近傍に前記 n 側接続部が配置された n 側接続部領域と、長手方向における他端近傍に前記 p 側接続部が配置された p 側接続部領域と、その間に位置する中間領域とを備えており、

前記 n 側延伸部が前記中間領域内に位置し、前記中間領域において、前記 n 側延伸部が前記 p 側電流拡散部と対向して延伸していることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項 2】

前記 p 側パッド部が、前記 p 側接続部の所定の一部から長手方向に延伸した p 側延伸部（10b-2）をさらに備え、前記中間領域において、前記 p 側延伸部が前記 n 側延伸部と対向して延伸しており、

前記 p 側延伸部が、前記 p 側電流拡散部の n 側延伸部から遠方に位置することを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 3】

前記 p 側電流拡散部が、前記発光ダイオードからの光の少なくとも一部を透過することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の発光ダイオード。

【請求項 4】

前記 p 側電流拡散部は、発光ダイオードからの光の少なくとも一部を透過する複数の開口部（10a a）を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の発光ダイオード。

【請求項 5】

前記発光ダイオードは、電極配置面側からみて、中間領域における前記 p 側電流拡散部の所定の一部に窪みを有し、その窪みに沿って前記 n 側延伸部が延伸しており、

中間領域における前記 n 側延伸部と n 側延伸部から遠方に位置する前記 p 側電流拡散部の端部との距離（D）が、p 側接続部領域における前記 p 側電流拡散部の幅方向の距離（E）よりも小さいことを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の発光ダイオード。

【請求項 6】

対向する前記 n 側延伸部と前記 p 側電流拡散部との距離（A）が、前記 n 側延伸部の先端と該先端から p 側接続部領域側に位置する前記 p 側電流拡散部との距離（B）よりも小さいことを特徴とする請求項 5 に記載の発光ダイオード。

【請求項 7】

前記 n 側接続部と前記 p 側電流拡散部とが長手方向において互いに対向しており、

対向する前記 n 側延伸部と前記 p 側電流拡散部との距離（A）が、少なくとも p 側延伸部の先端近傍における長手方向において互いに対向する前記 n 側接続部と前記 p 側電流拡散部との距離（C）よりも小さいことを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の発光ダイオード。

【請求項 8】

前記 n 側接続部と前記 p 側接続部は、長手方向において互いに対向していることを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載の発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、窒化物半導体 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) を層構造に含む発光ダイオードに係わり、特に発光を均一化すると共に寿命を向上させた発光ダイオードに関する。

【0002】

【従来の技術】

窒化物半導体を層構造に含む発光ダイオードは高輝度純緑色発光LED、青色発光LEDとして、フルカラーLEDディスプレイ、交通信号灯、バックライトなど、様々な分野で広く利用されている。

【0003】

これらのLEDは、一般に、サファイアなどの基板上にn型窒化物半導体層、活性層、p型窒化物半導体層が順に積層された構造となっている。さらに、p型窒化物半導体層上にはp側電極が配置され、n型窒化物半導体層上にはn側電極が配置されている。たとえば、p側電極とn側電極とを同一面側に設ける場合は、p型窒化物半導体層上にp側電極が配置されると共に、p型窒化物半導体層、活性層、およびn型窒化物半導体層の一部がエッチングなどにより除去され、露出したn型窒化物半導体層上にn側電極が配置された構成となる。さらに、各電極には電流を流すために、金線等からなるワイヤーや各種半田等の導電性部材が接続される。このようなLEDの電極配置として様々なものが提案されている（例えば、特許文献1）。

【特許文献1】

特開2000-164930号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、LEDでは、p側電極にp側電流拡散部を設けているものの、発光領域を広く均一に利用することは簡単ではない。逆に発光領域を広く利用しようとして各電極を変形させたり、大きくすると、電流が過度に集中する領域が出てきてしまう。その結果、効率の良い発光が得られないばかりか、寿命さえも縮

めてしまうという問題があった。

【0005】

本発明はこのような問題を解決するために成されたものであり、特に電極の形状、配置位置を特定の構成とすることにより、電流を過度に集中させずに発光をより均一にし、さらに光の取り出し効率を向上させ、寿命の長い発光ダイオードを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の発光ダイオードは、少なくとも n 側電極が配置された n 型窒化物半導体層（4）と p 側電極が配置された p 型窒化物半導体層（8）を備えると共に、n 側電極と p 側電極が同一面側に配置されており、p 側電極が、p 型窒化物半導体層に設けられ且つ供給された電流を拡散する p 側電流拡散部（10a）と、p 側電流拡散部の少なくとも一部に設けられ且つ p 側電流拡散部に電流を供給する p 側パッド部（10b）とから構成され、電極配置面側からみて所定の方に長い長手形状である発光ダイオードに関する。特に、電極配置面側から見て、n 側電極が、導電性部材が接続されるべき n 側接続部（9-1）と、n 側接続部の所定の一部から長手方向に延伸した n 側延伸部（9-2）とから構成されると共に、p 側パッド部が、導電性部材が接続されるべき p 側接続部（10b-1）から少なくとも構成され、さらに、長手方向における一端近傍に n 側接続部が配置された n 側接続部領域と、長手方向における他端近傍に p 側接続部が配置された p 側接続部領域と、その間に位置する中間領域とを備えており、n 側延伸部が中間領域内に位置し、中間領域において、n 側延伸部が p 側電流拡散部と対向して延伸していることを特徴とする。

【0007】

また、p 側パッド部が p 側接続部の所定の一部から長手方向に延伸した p 側延伸部（10b-2）をさらに備え、中間領域において p 側延伸部が n 側延伸部と対向して延伸しており、p 側延伸部が p 側電流拡散部の n 側延伸部から遠方に位置することを特徴とする。

【0008】

また、p 側電流拡散部が発光ダイオードからの光の少なくとも一部を透過することを特徴とする。

【0009】

また、p 側電流拡散部は発光ダイオードからの光の少なくとも一部を透過する複数の開口部 (10aa) を有することを特徴とする。

【0010】

また、電極配置面側からみて、中間領域における p 側電流拡散部の所定の一部に窪みを有し、その窪みに沿って n 側延伸部が延伸しており、中間領域における n 側延伸部と n 側延伸部から遠方に位置する p 側電流拡散部の端部との距離 (D) が、p 側接続部領域における p 側電流拡散部の幅方向の距離 (E) よりも小さいことを特徴とする。

【0011】

また、対向する n 側延伸部と p 側電流拡散部との距離 (A) が、n 側延伸部の先端と該先端から p 側接続部領域側に位置する p 側電流拡散部との距離 (B) よりも小さいことを特徴とする。

【0012】

また、n 側接続部と p 側電流拡散部とが長手方向において互いに対向しており、対向する n 側延伸部と p 側電流拡散部との距離 (A) が、少なくとも p 側延伸部の先端近傍における長手方向において互いに対向する n 側接続部と p 側電流拡散部との距離 (C) よりも小さいことを特徴とする。

【0013】

また、n 側接続部と p 側接続部は、長手方向において互いに対向していることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

本発明に係る発光ダイオード (以下「LED (Light Emitting Diode)」という) を構成する各半導体層としては種々の窒化物半導体を用いることができる。具体的には、有機金属気相成長法 (MOCVD)、ハイドライド気相成長法 (HVPE) などにより基板上に $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ 、

$X + Y \leq 1$) 等の半導体を複数形成させたものが好適に用いられる。また、その層構造としては、MIS 接合、PIN 接合や PN 接合を有したホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。また、各層を超格子構造としたり、活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0015】

LED は、一般的には、特定の基板上に各半導体層を成長させて形成されるが、その際、基板としてサファイア等の絶縁性基板を用いその絶縁性基板を最終的に取り除かない場合、通常、p 側電極および n 側電極はいずれも半導体層上の同一面側に形成されることになる。この場合、フェイスアップ実装すなわち半導体層側を視認側に配置し発光された光を半導体層側から取り出すことも可能であるし、フェイスダウン実装すなわち基板側を視認側に配置し発光された光を基板側から取り出すことも可能である。もちろん、最終的に基板を除去した上で、フェイスアップ実装或いはフェイスダウン実装することもできる。

【0016】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。ただし、以下に示す実施の形態は、本発明の技術思想を具体化するための LED を例示するものであって、本発明の LED を以下のものに特定するものではない。さらに、各図面が示す部材の大きさや位置関係などは、説明を明確にするため誇張していることがある。

【0017】

(実施の形態 1)

図 1、2 に基づいて、本実施の形態の LED について説明する。本発明に係る LED は、図に示すように同一面側に p 側電極および n 側電極を配置した LED である。図 1 は、本実施の形態の LED を電極配置面側から見た概略図である。また、図 2 は、本実施の形態の LED の層構成を示す模式的断面図であり、図 1 の X-X 部における断面を表す。

【0018】

図 1 に示すように、本発明の LED は、電極配置面側から見て所定の方に長

い長手形状である。本実施の形態では、一对の辺が他の一对の辺よりも長い長方形とする。そして、長方形の長手方向における一端近傍に n 側接続部 9-1 が配置され、長方形の長手方向における他端近傍に p 側接続部 10b-1 が対向して配置されている。

【0019】

図 2 に示すように、本実施の形態の LED は、例えば、サファイア基板 1 上に GaN バッファ層 2、ノンドープ GaN 層 3、n 型コンタクト層となる Si ドープ GaN 層 4、n 型クラッド層となる Si ドープ GaN 層 5、活性層となる In GaN 層 6、p 型クラッド層となる Mg ドープ Al GaN 層 7、p 型コンタクト層となる Mg ドープ GaN 層 8 が、順次積層された層構造を有する。さらに、Mg ドープ GaN 層 8、Mg ドープ Al GaN 層 7、In GaN 層 6、Si ドープ GaN 層 5、Si ドープ GaN 層 4 が部分的にエッチング等により除去され、Si ドープ GaN 層 4 の露出面に n 側電極 9 が形成され、Mg ドープ GaN 層 8 の上面の略全面に p 側電極 10 が設けられている。なお、本実施の形態では、「特許請求の範囲」に記載する n 型窒化物半導体層が n 型コンタクト層となる Si ドープ GaN 層 4 に対応し、p 型窒化物半導体層が p 型コンタクト層となる Mg ドープ GaN 層 8 に対応している。

【0020】

本実施の形態では、n 側電極 9 は、n コンタクト層側から順に W、Al、W、Pt、Au を積層して n 側電極とするが、材料および積層構造は他の公知のものを用いてもよい。また、最終的に導電性部材となるワイヤーを接続すべき n 側接続部 9-1 と、その一部分から長手方向に延伸した n 側延伸部 9-2 から構成される。

【0021】

p 側電極 10 は、p 型コンタクト層の比較的広い領域（略全面）に形成された p 型コンタクト層とオーミック接触すると共に、次に記載する p 側パッド部から供給された電流を拡散する p 側電流拡散部 10a と、p 側電流拡散部の所定の一部に形成された p 側パッド部 10b から構成される。本実施の形態では、p 型コンタクト層から順に Ni、Au、Au が積層されて p 側電極とするが、材料およ

び積層構造は他の公知のものをを用いてもよい。この場合、LEDからの光の少なくとも一部を透過する（以下、「透光性」ともいう）程度の比較的薄膜で積層したNi、Auがp側電流拡散部であり、透光性を有さない比較的厚膜で積層したAuがp側パッド部である。さらに、p側パッド部は、最終的に導電性部材となるワイヤーを接続すべきp側接続部10b-1と、その一部分から長手方向に対向するn側接続部9-1に向かって延伸したp側延伸部10b-2から構成される。

【0022】

さらに、図1に示すように本発明のLEDは、n側接続部9-1を含むn側接続部領域と、p側接続部10b-1を含むp側接続部領域と、その間に位置する中間領域とに分割される。ここでは、各領域を、長手方向と略垂直をなす方向にLEDを分割した領域とする。

【0023】

中間領域内には、n側延伸部9-2が配置され、その中間領域においてn側延伸部9-2がp側電流拡散部10aと対向するように延伸している。すなわち、n側延伸部はp側接続部領域には侵入せずに中間領域のみに配置されており、その中間領域の内部でn側延伸部9-2とp側電流拡散部10aとが対向するように配置されている。

【0024】

このように構成することにより、中間領域のn側延伸部9-2とp側電流拡散部10aとが対向する領域において、p側電流拡散部10aからn側延伸部9-2に均一に電流を供給することができる。また、n側延伸部9-2は中間領域内に配置されているので、n側延伸部からp側接続部周辺のp側電流拡散部10aに電流が集中することを軽減することができる。

【0025】

すなわち、p側接続部10b-1には直接導電性部材が接続されるので、当然その周辺が電流密度が高くなり易い領域となる。しかしながら、本発明のLEDは、n側延伸部がp側接続部領域まで延伸していないので、p側接続部近傍において電流が集中するのを大幅に軽減すると共に、中間領域においてより広い領域

により均一に電流を供給することができる。

【0026】

また、本実施の形態のように、p側電流拡散部10aが透光性を有する構成とすると、p側接続部10b-1はp側延伸部10b-2を備えることが特に好ましい。すなわちp側電流拡散部10aを透光性にするには、その膜厚を比較的薄膜に形成する必要がある。しなしながら、p側電流拡散部10aを透光性がある程薄膜にすると必然的に電気抵抗が大きくなり、pパッド部から供給された電流をp側電流拡散部10a全体に広げることが困難となる。そこで、電気抵抗が比較的小さいp側接続部10b-1からp側延伸部10b-2が延伸するようにp側パッド部10bを構成し、p側延伸部10b-2に電流を広げた上でp側電流拡散部10aに電流を供給することにより、p側電流拡散部10a全体に電流を拡散することがより容易になる。

【0027】

さらに、本実施の形態のLEDは、中間領域において、n側延伸部9-2とp側延伸部10b-2が、長手方向に略垂直をなす方向（以下、「幅方向」という）に互いにより遠方に対向して位置することにより、LED全体により広く電流を供給することができる。

【0028】

一方、一般に、LED内部から生じた光は、半導体層と半導体層、半導体層と電極等、あらゆる界面で反射されながらLED外部に放出される。光が反射する際は、完全に反射されるのではなく、光の一部が各部材に吸収されてしまう。ここで、光反射の回数を減らすことができれば、自動的に光吸収の回数も減らすことができる。このような事情に鑑みて、LEDの電極配置面側からみてその外形を幅方向にできるだけ薄くすることにより、光の吸収を最小限に抑えつつ、幅方向からの光の取り出しを向上させることができる。また、薄くすることにより、薄い側から集中的に光を取り出すことができる。このような形状としては、一対の辺が他方の一対の辺より長い長方形や平行四辺形、楕円形等があるが、実際問題として歩留まり等を考慮すると長方形が最も好ましい。

【0029】

このように、LEDは電極配置面側からみて、一方の方向に薄いことが好ましい。しかしながら、最終的に導電性部材を各電極に接続するためには、p側接続部10b-1およびn側接続部9-1にある程度の面積が必要となる。電極配置面側からみて、LEDの外形を導電性部材が接続可能な幅方向の厚さを残して限界まで薄くすると、光の取り出しは最大限に利用することができると考えられるが、効果的にn側延伸部を配置することが困難になってしまう。

【0030】

そこで、本実施の形態のLEDは、図1に示すように、中間領域において、p側電流拡散部10aの所定の一部に窪みを有する。そして、その窪みに沿ってn側延伸部9-2が配置される。この際、中間領域におけるn側延伸部とp側電流拡散部のn側延伸部から遠方の端部との距離Dを、p側接続部領域におけるp側電流拡散部の幅方向の距離Eよりも小さくすることが好ましい。これにより、p側接続部における導電性部材が接続できるだけの面積を確保しつつn側延伸部が配置可能になると共に、LEDの幅方向をより薄くすることができる。

【0031】

さらに、距離Dが距離Eよりも小さい場合、互いに対向するn側延伸部とp側電流拡散部との距離Aが、n側延伸部の先端と先端からp側接続部領域側に位置するp側電流拡散部との距離Bよりも小さいことが好ましい。なお、n側延伸部の先端からp側接続部領域側に位置するp側電流拡散部とは、つまり、n側延伸部とp側電流拡散部とが対向していない非対向領域のp側接続部領域近傍におけるp側電流拡散部を指す。図1では、n側接続部の一部から緩やかな曲線を伴ってn側延伸部が延伸しているので、距離Bはn側延伸部とその緩やかな曲線との距離となる。

【0032】

すなわち、前に説明したように、p側接続部10b-1には直接導電性部材が接続されるので、当然その周辺が最も電流密度の高い領域となるが、本実施の形態のように距離Aが距離Bよりも小さいことで、B間において電流の集中を軽減すると共に、A間においてより均一な電流供給を得ることができる。

【0033】

また、本実施の形態のLEDは、図1に示すように、n側接続部とp側電流拡散部が長手方向において互いに対向している。そして、対向するn側延伸部とp側電流拡散部との距離Aが、少なくともp側延伸部の先端近傍において対向するn側接続部とp側電流拡散部の距離Cよりも小さいことが好ましい。すなわち、p側延伸部の先端近傍はn側接続部と隣接するので、当然その周辺が電流密度の高くなり易い領域となるが、本実施の形態のように距離Aが距離Cよりも小さいことで、C間において電流の集中を軽減すると共に、A間においてより均一な電流供給を得ることができる。

【0034】

なお、本実施の形態においては、p側電流拡散部が十分に電流を拡散する場合について説明したが、p側電流拡散部の電流拡散機能が充分でない場合は、p側接続部およびp側延伸部から構成されるp側パッド部の形状自体を変えることにより、実質的に距離A、B、Cを増減させることができる。具体的には、例えば、距離Aを大きくしたい場合は、p側延伸部をより細くしてn側延伸部から離れるような構成にすればよいし、距離Bを大きくしたい場合は、図1に示す略四角形のp側接続部の一角をよりラウンドさせてn側延伸部から離れるような構成にすればよい。同様に、距離Cを大きくしたい場合は、p側延伸部を短くしてn側接続部から離れるような構成にすればよい。

【0035】

なお、p側電流拡散部の電流拡散機能が充分でない場合は、距離Cはp側延伸部の先端に近いほど距離Aと距離Cとの関係による上記効果が顕著となり、p側延伸部の先端から離れるにしたがってその効果は小さくなる。そのため、例えば発光面積を大きくするために、p側延伸部の先端から離れるにしたがって長手方向に対向するp側電流拡散部とn側接続部との距離を小さくすることもできる。

【0036】

さらに、ここでは、側面方向において光出射部となる活性層から出射される光を遮らないように、光出射部よりも低い位置にn側延伸部を備える。本実施の形態においては、電極配置面側からみて、LEDの外形を長方形としているために、長手方向からではなく、幅方向から主に光が出射されるので、このような構成

が特に有効となる。なお、ここでは、素子構造をDH（ダブルヘテロ）構造としているので、活性層であるInGaIn層6が光出射部に相当する。もちろん、素子構造がpn接合である場合はその界面が光出射部ということになる。

【0037】

また、本実施の形態のLEDをフェイスアップ実装する場合は、導電性部材として金線等からなるワイヤーが主に用いられ、フェイスダウン実装する場合は、導電性部材として半田等が用いられる。

【0038】

ここでは、p側電流拡散部を比較的薄膜とすることにより、p側電流拡散部自体がLEDの光の一部を透過することができる構成としたが、p側電流拡散部を比較的厚膜としてLED光を透過しない構成とすることもできる。特に、フェイスダウン実装する場合は、Rh、Al、Ag等の各種金属部材を所定の膜厚に積層させp側電流拡散部に光を反射させることにより、視認側への光の取り出しを向上させることができる。この場合、p側電流拡散部の所定の一部にp側パッド部を設ける必要はなく、n電極と同様に一体的に構成させることもできる。

【0039】

また、LEDの所定の一部に凹凸を設けることにより光を乱反射させ、結果的に光の取り出し効率を向上させることができる。例えば、n側電極を備えるn型コンタクト層の表面に凹凸を設けたり、サファイア基板とエピ層との界面に凹凸を設けることにより、より効果的に光を乱反射させることができる。

【0040】

特に、本発明のLEDは電極配置面側からみて長手形状であるので、縦方向（半導体積層方向）だけでなく横方向（特に幅方向）からも効果的に光が出射されるが、例えばn型コンタクト層の表面に凹凸を設けることにより、横方向からの光の出射に加えて、縦方向からの光の出射をも向上させることができ、より立体的な発光を得ることができる。なお、n型コンタクト層の表面に凹凸を形成するには、例えば、n型コンタクト層の表面に形成させた円形、三角形、四角形など所定の形状に開口したマスクを利用して、RIE（反応性イオンエッチング）により該所定の形状の凹部を設けることにより形成することができる。また、該所

定の形状を残して他の部分を除去することにより凹凸を形成することもできる。

n 型コンタクト層に凹凸を形成する場合、n 側電極と n 型コンタクト層の界面以外はもちろん、該界面に凹凸を形成することもできる。

【0041】

また、凹凸を形成する工程と n 側電極を積層するための面を露出させる工程を一括に行うこともできる。すなわち、例えば、p 型コンタクト層を積層した後に、レジスト膜を塗布して所望のパターンに露光し、残存するレジスト膜をマスクとして用い、発光素子として機能する発光層が残存する部位、n 型コンタクト層表面の最終的に n 側電極が配置される部位、そして n 型コンタクト層上の n 型コンタクト層から p 型コンタクト層までを含んだ凸状柱状物を形成することができる。これにより、n 側電極を形成する露出面を形成すると共に凸状柱状物を同時に形成されるので、工程を簡略化することが可能となる。凸状柱状物により、n 型コンタクト層を導波してきた光を反射させ外部に取り出すことができる。凸状柱状物は発光観測面側から見て菱形、三角形や六角形など所望に応じて種々とりうることもできる。さらに、凸状柱状物は n 型コンタクト層側から p 型コンタクト層側に向かって徐々に細くなっていることが好ましい。これにより、観測面側への光の取り出しをさらに向上させることができる。

【0042】

一方、上述したいずれの場合においても、発光観測面からみた凹凸形状または凸状柱状物の形状の端面は、発光端面と角度をもって、好ましくは垂直に形成された辺を有していれば放出された光を効率よく外部に取り出すことが可能となる。特に、凹凸または凸状柱状物の発光観測面側から見た形状を三角形とし、該三角形の一角を発光端面に対向させると共に、該一角と対向する三角形の一辺を発光端面から遠方に位置させ、かつ発光端面と略平行にすることにより、発光端面と角度を持って対向する一辺をより大きく形成することができるので好ましい。すなわち、各々の三角形の一角が発光端面に対向するように、発光端面に対して各三角形を放射線状に配置させることができる。なお、三角形は二等辺三角形あるいは正三角形が好ましく、この場合、前記した一角とは長さの等しい二辺により形成された角であることが好ましい。これにより、より均一に光を取り出すこ

とができる。また、発光端面とは最終的に電流が供給されて発光する n 型コンタクト層から p 型コンタクト層までを備えた積層体における端面である。

【0043】

さらに、活性層にて発光した光を効率よく外部に取り出すためには、半導体積層構造内を光が反射する回数ができるだけ少ないことが好ましい。このために、例えば、基板としてサファイアを用い、半導体積層構造を擬似的に GaN とすると、サファイアの屈折率、GaN の屈折率は、おおよそ 1.77 と 2.5 であるので、スネルの法則により、その界面での臨界角は約 45° となり、光が半導体積層構造内を反射して外部に出ていく光の反射回数を設計者側で任意に設定することができる。具体的には、例えば、図 1 における中間領域の活性層端面を構成する半導体積層構造の幅方向の距離を、光が一回反射するような距離に設定することができる。これにより、幅方向における光の取りだしをさらに向上させることができる。もちろん、このことは中間領域の活性層端面を構成する半導体積層構造の幅方向の距離についてだけでなく種々の距離設計に応用することができる。

【0044】

(実施の形態 2)

図 3、4 に基づいて、本実施の形態の LED について説明する。図 3 は、本実施の形態の LED を電極配置面側から見た概略図である。また、図 4 は、本実施の形態の LED の層構成を示す模式的断面図であり、図 3 の X-X 部における断面を表す。また、実施の形態 1 と同じ機能を有する部材には同一の符号を付している。

【0045】

本実施の形態の LED は、p 側電流拡散部が複数の開口部を有する以外は、実施の形態 1 に開示する LED と同様の構成とする。また、p 側パッド部は p 側延伸部を有していない。このように構成することにより、活性層から出射される光が p 側延伸部により遮られることがないので、光取りだしの点から好ましい。もちろん、電流の広がり considering して、p 側延伸部を備える構成とすることもできる。いずれの効果を重要視するかは、設計者側で任意に選択すればよい。

【0046】

p 側電極 10 は、p 型コンタクト層の比較的広い領域（略全面）に形成された p 型コンタクト層とオーミック接触すると共に、次に記載する p 側パッド部から供給された電流を拡散する p 側電流拡散部 10a と、p 側電流拡散部の所定の一部に形成された p 側パッド部 10b から構成される。ここで、p 電流拡散層は、実質的に p コンタクト層が露出した複数の開口部を備える。LED からの光の少なくとも一部はこの開口部から外部に取り出される。

【0047】

本実施の形態では、p 型コンタクト層から順に Rh、Ir、Au を積層して p 側電極とするが、材料および積層構造は他の公知のものを用いてもよい。この場合、連続して積層した Rh、Ir が p 側電流拡散部であり、Au が p 側パッド部である。本実施の形態においては、最終的に導電性部材を接続すべき p 側接続部 10b が p 側パッド部そのものに対応する。

【0048】

また、本実施の形態のように、p 電流拡散層に複数の開口部を備えると、p 側接続部は p 側延伸部を備えなくてもよい。すなわち、p 電流拡散層に開口部を形成する場合には、透光性が無くなる程その膜厚を比較的厚膜に形成する。これは、比較的厚膜に形成することにより電気抵抗を小さくし、p 側パッド部から供給される電流を拡散し易くするためである。しなしながら、p 電流拡散層を透光性を備えない程厚膜にすると p 側電流拡散部から光を取り出すことが困難となる。そこで、p 側電流拡散部に複数の開口部を設けることにより、電気抵抗を小さくしつつ光の取り出しを可能とすることができる。

【0049】

なお、図 4 に示すように、開口部を形成しない p 側電流拡散部の上に p 側パッド部を配置してもよいが、他の形態として、開口部を有する p 側電流拡散部の上に p 側接続部を配置してもよい。すなわち、開口部を備えることにより断面が凹凸の p 電流拡散層の上面及び凹部内部に p 側パッド部が配置されるように構成することもできる。これにより、p 側パッド部から p 電流拡散層への接触面積を向上させることができるので、p 側パッド部と p 電流拡散層との密着性を向上させ

ることができると共に、p 側パッド部から p 電流拡散層に効果的に電流を供給することができる。

【0050】

なお、開口部の形状、大きさ、配置位置等は任意に設定することができることは言うまでもない。さらに、p 側電流拡散部の n 側延伸部側端部に開口部を備えることで、その端部が一直線にならずに開口部により凹凸となる場合であっても、全体的に見て、n 側延伸部と p 側電流拡散部が互いに対向していればよい。

【0051】

また、ここでは、図 1 または図 3 に示すように、例えば、対向する n 側延伸部と p 側電流拡散部、対向する n 側延伸部と p 側延伸部、対向する n 側接続部と p 側電流拡散部がそれぞれ互いに略平行になるように構成しているが、必ずしも平行でなくともよいことは言うまでもない。この場合、距離 A、B、C、D、E は対応する領域における最短距離となる。

【0052】

ここで、実施の形態 1 および 2 においては、図 1 および 3 に示すように、n 側接続部領域に p 側電流拡散部が位置しない、すなわち中間領域内に p 側電流拡散部が位置する構成となっているが、例えば、図 5～8 に示すように、p 側電流拡散部を n 側接続部領域に含まれるように構成させることもできる。この場合、例えば各図に示すように、長方形かつ長手形状である発光ダイオードの対角線上に n 側パッド部および p 側パッド部がそれぞれ配置された構成とすることが好ましい。なお、この場合、n 側接続部領域、中間領域、p 側接続部領域はそれぞれ、長手方向に略垂直をなすように区分された領域である。以下、実施の形態 3、4 を図 5～8 に基づいて説明する。

【0053】

(実施の形態 3)

図 5、6 に基づいて、本実施の形態の LED について説明する。なお、実施の形態 1 と同じ機能を有する部材には同一の符号を付している。本実施の形態の LED は、以下の構成が異なる他は、基本的に実施の形態 1 に開示する LED と同様の構成とする。

【0054】

すなわち、本実施の形態のLEDは、前記したようにp側電流拡散部10aがn側接続部領域に達して形成されており、n側パッド部9-1およびp側パッド部10b-1は、電極配置面側からみて、長方形であるLEDの対角線上にそれぞれ配置されている。また、n側延伸部9-2とp側延伸部10b-2は部分的に対向している。さらに、n側電極を形成するために露出させたn型コンタクト層4まで露出した領域には、光の取りだしを向上させるための複数の凸部11が、活性層を含む半導体積層構造を取り囲むように備えられる。

【0055】

図5においては、電極配置面側からみた凸部11の形状が菱形である場合の例であり、図6においては、電極配置面側からみた凸部11の形状が三角形である場合の例である。このように、所定の形状の凸部11を密に配置することによりフェイスアップ実装した場合の、視認側への光の取りだしを向上させることができる。この理由は定かではないが、凸部11下方（図における背面側）のn型コンタクト層内で導波する光が凸部11の付け根で乱反射するか、あるいは、n型コンタクト層内で導波する光が凸部11内部に入り込むことにより、視認側への光の取り出し効率が向上するものと考えられる。

【0056】

さらに、出射端面からの光が必ずいずれかの凸部11に当たるように、すなわち出射端面からの光が一直線にLED外部まで抜けないように、各凸部を配置することがより好ましい。具体的には、光が通ると考えられる出射端面から延伸する所定のあらゆる直線上に少なくとも1つの凸部が配置されることにより、より大きな光取りだしを期待できる。

【0057】

さらに、凸部は、工程を簡略化するために、n側電極を配置させるためにn側コンタクト層まで露出する工程で形成することができる。この場合、各凸部は、基板側からn側コンタクト層4からp側コンタクト層8までが順に積層された構成となる。なお、エッチング等により凸部を形成させる場合には、電極配置面側からみた凸部の最前面の形状が、例えば角が欠けたりして一定でない場合がある

が、最も重要なのは凸部を形成することであるので、このような場合であっても、光の取り出し効率は向上させることができる。

【0058】

(実施の形態4)

図7、8に基づいて、本実施の形態のLEDについて説明する。なお、実施の形態1と同じ機能を有する部材には同一の符号を付している。本実施の形態のLEDは、以下の構成が異なる他は、基本的に実施の形態1に開示するLEDと同様の構成とする。

【0059】

すなわち、本実施の形態のLEDは、前記したようにp側電流拡散部10aがn側接続部領域に達して形成されており、n側パッド部9-1およびp側パッド部10b-1は、電極配置面側からみて、長方形であるLEDの対角線上にそれぞれ配置されている。また、n側延伸部9-2とp側延伸部10b-2は部分的にも対向していない。さらに、n側電極を形成するために露出させたn型コンタクト層4まで露出した領域には、光の取りだしを向上させるための凸部11が複数備えられる。凸部11については、図7は図5と同様であり、図8は図6と同様である。

【0060】

(実施の形態5)

図9に基づいて本実施の形態のLEDについて説明する。なお、実施の形態1と同じ機能を有する部材には同一の符号を付している。本実施の形態のLEDは、以下の構成が異なる他は、基本的に実施の形態1に開示するLEDと同様の構成とする。

【0061】

すなわち、本実施の形態のLEDは、図9に示すように、サファイア基板1とバッファ層2との界面からn型コンタクト層4のn側電極9が設けられる面までが傾斜している。このように傾斜面を備えることにより、フェイスアップ実装またはフェイスダウン実装した場合の視認側への光の取りだしをより向上させることができる。

【0062】

具体的には、例えばフェイスダウン実装した場合、図9に示す傾斜角度を 64° とした場合には、傾斜角度が 90° の実施の形態1の場合に比較して、視認側への光の取り出しを略1.1倍とすることができる。さらには、傾斜角度を 34° とし傾斜をより緩やかにした場合には、傾斜角度が 90° である場合に比較して、視認側への光の取り出しを略1.6倍とすることができる。

【0063】

なお、本実施の形態においては、傾斜面が、サファイア基板1とバッファ層2との界面からn型コンタクト層4のn側電極9が設けられる面までが傾斜している構成としたが、傾斜面は他の領域に設けることも可能である。すなわち、LEDの側面の少なくとも一部に傾斜面を備えることができる。例えば、上記した構成に加えて、n型コンタクト層4のn側電極9が設けられる面からp型コンタクト層のp側電極10が設けられる面までが傾斜していても良い。いずれにしても、より大きい側面領域に傾斜面を設けることで上記効果はより大きいものとなる。

【0064】

さらに、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化ケイ素、酸化イットリウム、酸化チタン、酸化ジルコニウム、ITO、酸化インジウム、酸化スズ等、公知の絶縁性材料で、LED内部からの光を透過あるいは反射するように膜厚等を制御して、傾斜面に絶縁性材料を単層または多層設けることにより、フェイスアップ実装、フェイスダウン実装のいずれの場合においても視認側への光の取りだしをさらに向上させることができる。なお、本実施の形態においては、基本的な素子構造を実施の形態1としたが、もちろん他の素子構造においても、傾斜面を設けることで、視認側への光の取りだしは向上する。

【0065】**【発明の効果】**

以上説明した通り、本発明に係わる発光ダイオードによれば、電流を過度に集中させずに発光をより均一にし、さらに光の取り出し効率を向上させ、寿命を長くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施の形態 1 の L E D を電極配置面側から見た平面図である。

【図 2】 図 1 の X-X 部における断面図である。

【図 3】 実施の形態 2 の L E D を電極配置面側から見た平面図である。

【図 4】 図 3 の X-X 部における断面図である。

【図 5】 実施の形態 3 の L E D を電極配置面側から見た平面図である。

【図 6】 実施の形態 3 の L E D のその他の態様を示す平面図である。

【図 7】 実施の形態 4 の L E D を電極配置面側から見た平面図である。

【図 8】 実施の形態 4 の L E D のその他の態様を示す平面図である。

【図 9】 実施の形態 5 の L E D における断面図である。

【符号の説明】

1・・・サファイア基板

2・・・G a N バッファ層

3・・・ノンドープ G a N 層

4・・・n 型コンタクト層となる S i ドープ G a N 層

5・・・n 型クラッド層となる S i ドープ G a N 層

6・・・活性層となる I n G a N 層

7・・・p 型クラッドとなる M g ドープ A l G a N 層

8・・・p 型コンタクト層となる M g ドープ G a N 層

9・・・n 側電極

9-1・・・n 側接続部

9-2・・・n 側延伸部

10・・・p 側電極

10a・・・p 側電流拡散部

10aa・・・開口部

10b・・・p 側パッド部

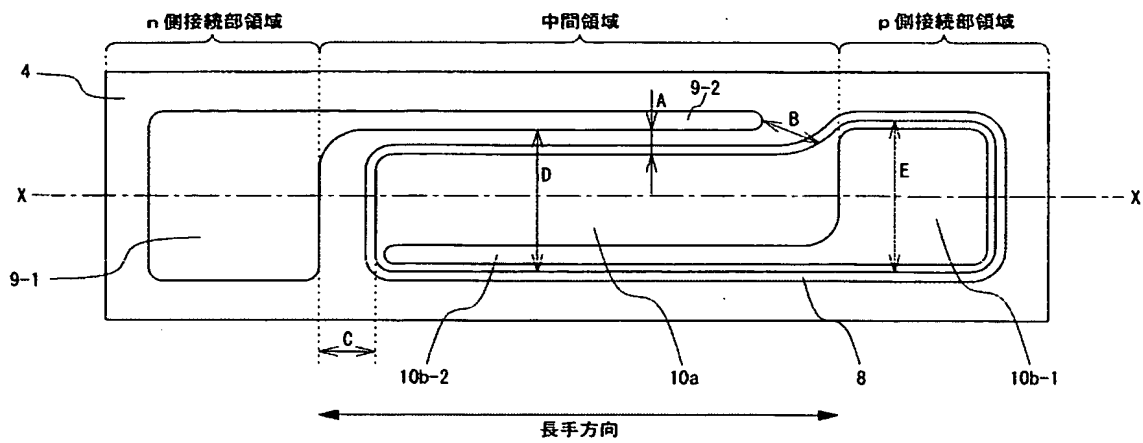
10b-1・・・p 側接続部

10b-2・・・p 側延伸部

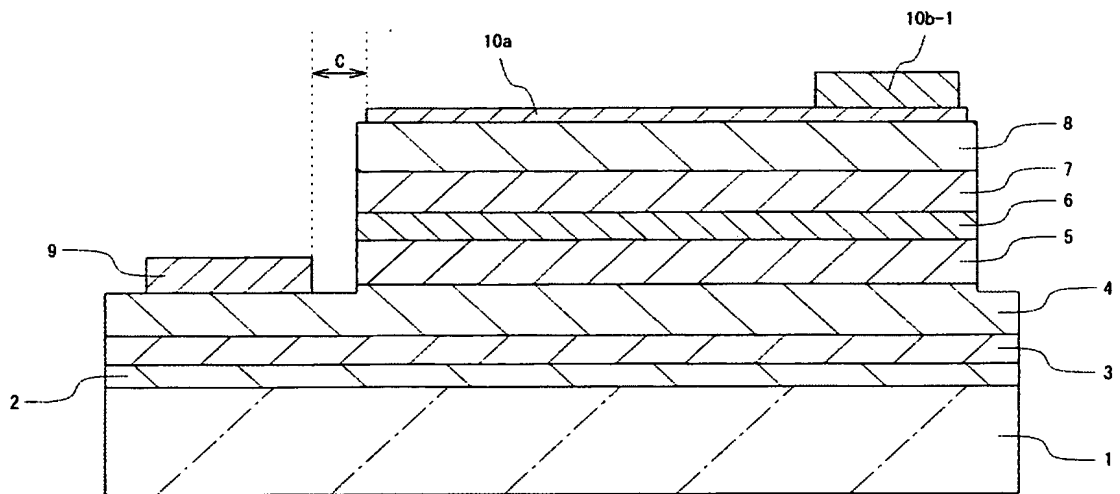
11・・・凸部

【書類名】 図面

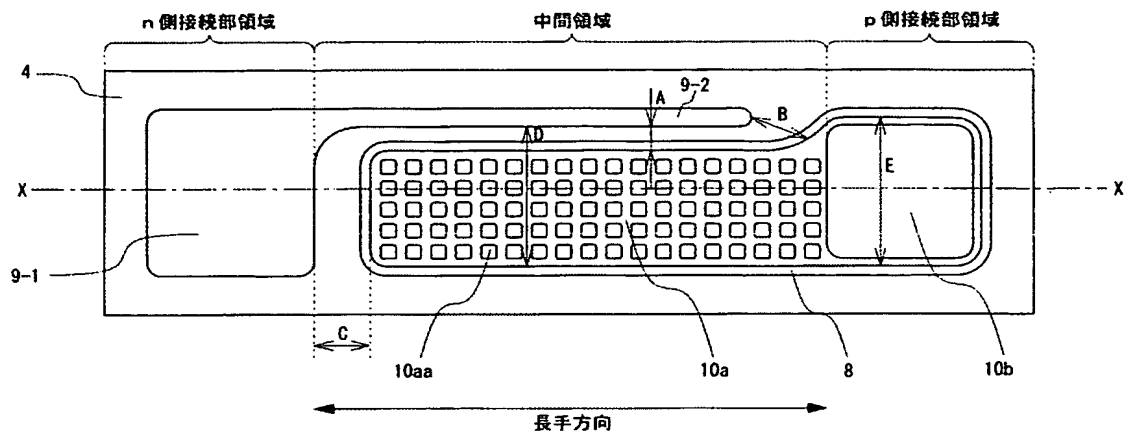
【図 1】



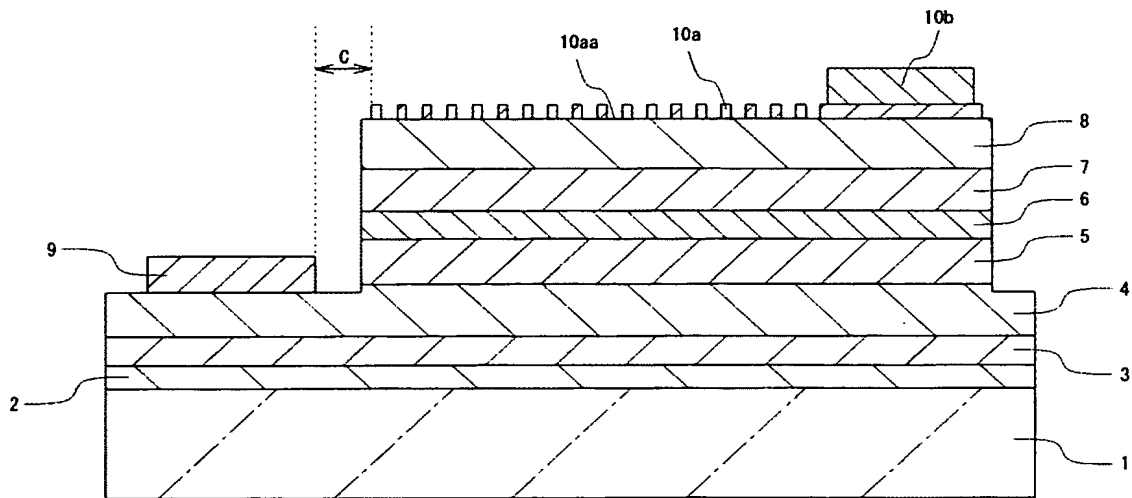
【図 2】



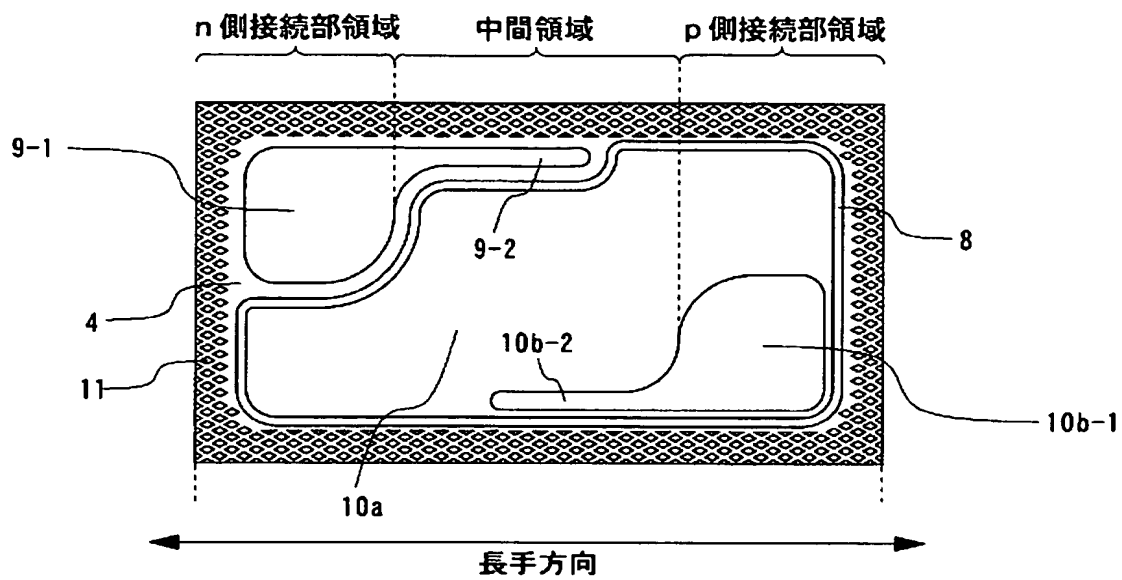
【図 3】



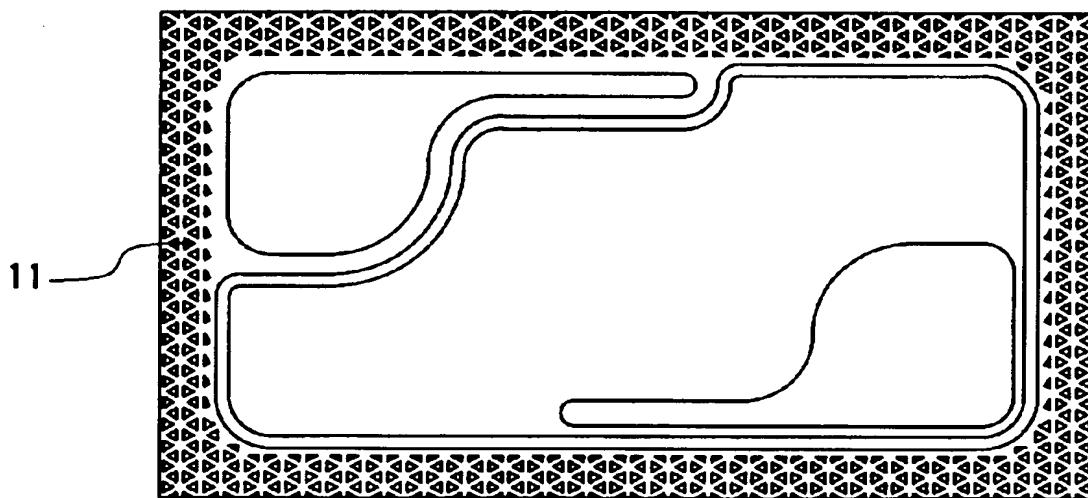
【図 4】



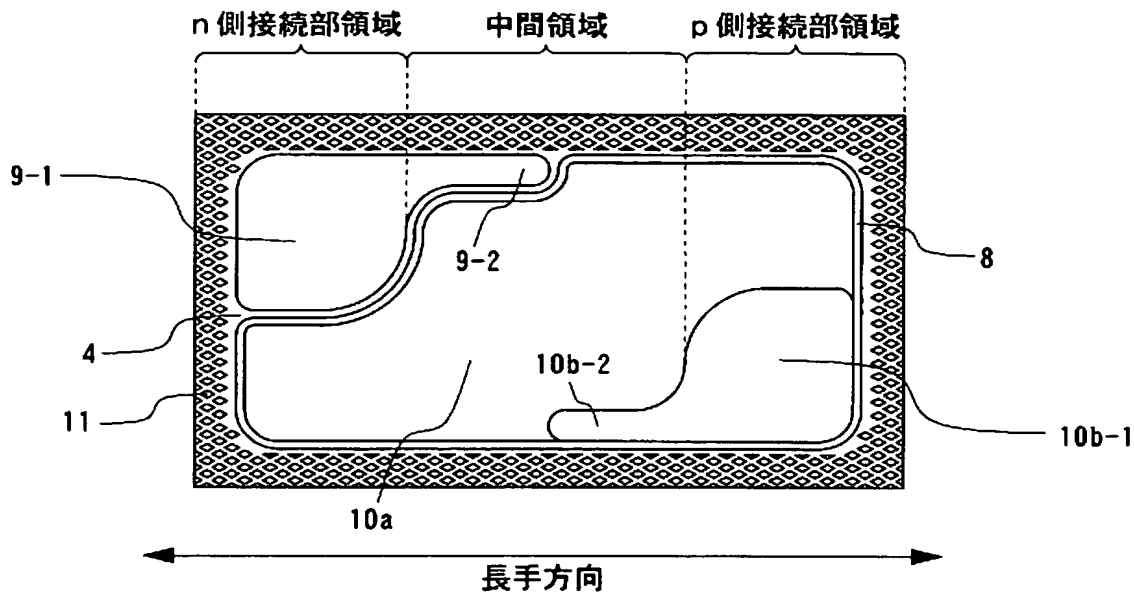
【図 5】



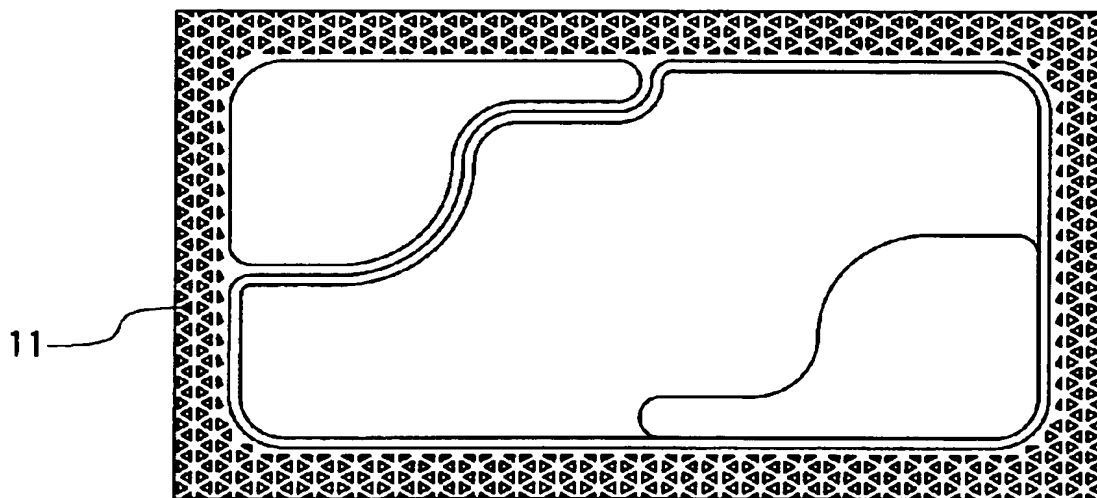
【図 6】



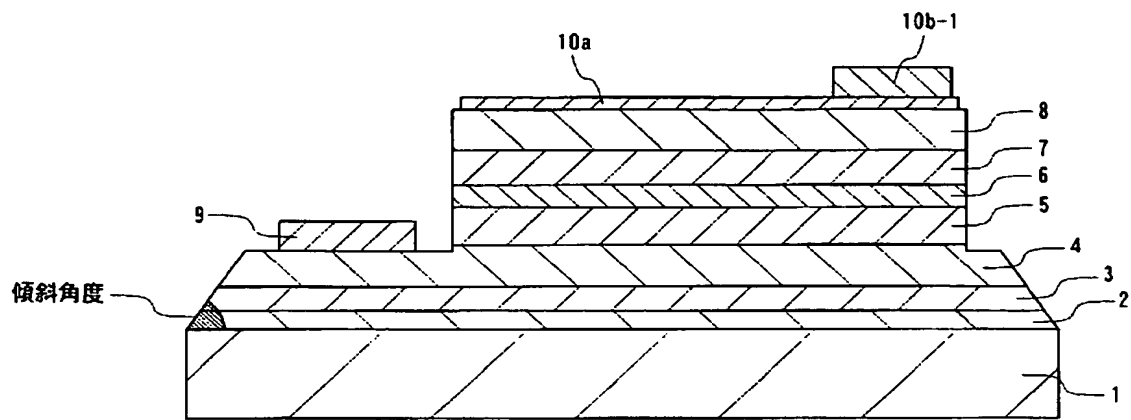
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

本発明は、電流を過度に集中させずに発光をより均一にし、さらに光の取り出し効率を向上させ、寿命の長い発光ダイオードを提供することを目的とする。

【解決手段】

本発明の発光ダイオードは、電極配置面側から見て、n側電極が、導電性部材が接続されるべきn側接続部（9-1）と、n側接続部の所定の一部から長手方向に延伸したn側延伸部（9-2）とから構成されると共に、p側パッド部が、導電性部材が接続されるべきp側接続部（10b-1）から少なくとも構成され、さらに、長手方向における一端近傍にn側接続部が配置されたn側接続部領域と、長手方向における他端近傍にp側接続部が配置されたp側接続部領域と、その間に位置する中間領域とを備えており、n側延伸部が中間領域内に位置し、中間領域において、n側延伸部がp側電流拡散部と対向して延伸していることを特徴とする。

【選択図】 図1



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-372034
受付番号	50201949322
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成15年 1月 6日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年12月24日
-------	-------------

次頁無

特願 2002-372034

出願人履歴情報

識別番号

[000226057]

1. 変更年月日

1990年 8月18日

[変更理由]

新規登録

住 所

徳島県阿南市上中町岡491番地100

氏 名

日亜化学工業株式会社